

Uso del suelo, prácticas culturales, sistemas productivos y sostenibilidad en las fincas de la subcuenca del río Tres Amigos, cuenca del río San Carlos

Francisco Rodríguez Barrientos ¹

Resumen

El presente artículo contiene los resultados para la cuenca del río Tres Amigos de una investigación que desde hace algunos años realiza la Escuela de Ciencias y Letras, Sede Regional San Carlos del ITCR, en la cuenca del río San Carlos. En el artículo se analizan aspectos importantes vinculados al uso del suelo en las fincas, las prácticas culturales (uso de agroquímicos como plaguicidas y fertilizantes; uso de abono orgánico; prácticas de conservación de bosques y de reforestación en las fincas; prácticas de conservación de suelos) y los sistemas productivos existentes en las fincas. Todos estos aspectos permiten darse una idea aproximada del grado de sostenibilidad (ambiental, social y económica) de las fincas en la subcuenca del Tres Amigos, uno de los principales afluentes del río San Carlos.

Palabras clave: cuenca; subcuenca; fincas; uso del suelo; plaguicidas; fertilizantes químicos; abono orgánico; reforestación; conservación del suelo; sistema productivo; sostenibilidad.

Abstract

The information contained in this article shows the results of the research carried out in the Rio Tres Amigos Basin by the Escuela de Ciencias y Letras, Instituto Tecnológico de Costa Rica, San Carlos. This research is part of a much bigger project on the Rio San Carlos Basin. Aspects related to the use of soils in the farms, the cultural practices related (chemicals products, conventional and organic fertilizers, preservation of forests and soils and reforestation) and the systems of production in the farms. All these elements provide pertinent information to a general overview of the level of sustainability (environmental, social and economical) in this sub basin.

Key words: basin; sub basin; farms; use of soil; pesticide; chemical fertilizer; organic soil; reforestation; soil conservation; productive system; sustainability.

JUSTIFICACIÓN

Las cuencas hidrográficas –se entiende por cuenca *"una depresión de la superficie terrestre de origen estructural erosivo, en la que las aguas superficiales discurren hacia un cauce principal que desemboca en un ecosistema costero local"* (Astorga y otros, 2000: 53-54)– constituyen un ámbito no solamente geográfico, sino también económico, político, social y cultural propicio para implementar prácticas acordes con la sostenibilidad (las subcuencas hacen referencia al espacio territorial surcado por las aguas del afluente secundario de un cauce principal). Las cuencas, debido a su *coherencia hidrológica*, constituyen un excelente criterio para la definición de regiones y, por lo tanto, para planificar territorialmente acciones

conducentes al desarrollo rural/regional con el adecuado manejo de sus recursos naturales. Como dice Richter: *"La cuenca hidrográfica brinda un contexto ambiental al desarrollo socioeconómico y es entonces el área preferida para el manejo del uso de la tierra, el cual se preocupa principalmente por la relación entre el contexto ambiental y el desarrollo socioeconómico"* (Richter, 1995: 108). Para Richter, las cuencas (o las subcuencas y las microcuencas) cumplen, asimismo, papeles de *homogeneidad y funcionamiento*, por lo cual se prestan muy bien a planes de manejo de recursos naturales y de recuperación de ecosistemas deteriorados o contaminados. De ahí la necesidad de hacer diagnósticos multidisciplinarios a partir de los cuales diseñar posteriormente planes de manejo de los recursos naturales de las 34

1 | Docente e investigador, Escuela de Ciencias y Letras, Sede Regional San Carlos, Instituto Tecnológico de Costa Rica.

cuenca hidrográficas existentes en el país (Agustín Rodríguez, 1996), sobre todo aquellas que aglutinan mayor concentración de actividades productivas y de núcleos poblacionales. Este plan debe hacerse con la más amplia participación de los actores que viven y se desempeñan en las cuencas (Mitchell, 1999; Rodríguez y Chaves, 2002).

La investigación de la realidad integral de las cuencas es, entonces, fundamental para los propósitos del desarrollo sostenible (Vargas Fallas, 1996). La cuenca hidrográfica –y a sus derivados de cuenca y microcuenca– debe constituirse en el ámbito territorial, económico y social para el manejo integrado y sostenible de los recursos naturales. Dado que el desarrollo rural es inseparable del manejo de los recursos naturales, ambos aspectos están estrechamente vinculados. Este hecho vuelve tanto más imperativa la investigación interdisciplinaria de las cuencas hidrográficas.

ALGUNOS ANTECEDENTES

La subcuenca del río Tres Amigos tiene una superficie aproximada de 472.39 kilómetros cuadrados y abarca los distritos de Pital, Aguas Zarcas, **Venecia**, La Palmera –todos pertenecientes al cantón de San Carlos– y una pequeña fracción del distrito de Toro Amarillo, cantón de Valverde Vega. A junio del 2000 la población de la subcuenca rondaba los 38327 habitantes (Chaves Álvarez, 2002; INEC, 2001) y la población económicamente activa era de 12109 personas (Chaves Álvarez, 2002). Mientras que en los distritos de Aguas Zarcas, La Palmera y **Venecia** los suelos son en su gran mayoría **enceptisoles muy húmedos**, en Pital, aparte de este tipo de suelos, pueden hallarse también los **inceptisoles húmedos** y los **ultisoles húmedos** (Arias y Rodríguez, 1996).

Aunque Aguas Zarcas se fundó a fines del siglo XIX y **Venecia** a inicios del siglo XX, en términos generales puede afirmarse que la subcuenca no se desarrolló económicamente y se pobló hasta la segunda mitad del siglo pasado. La ganadería de carne ha tenido en la subcuenca un papel preponderante, aunque en las últimas décadas la piña, la naranja, la yuca y otros tubérculos hayan experimentado un fuerte auge. La ganadería lechera es de gran importancia en la subcuenca, especialmente en **Venecia**. La extensión de la ganadería ocasionó una gran deforestación en la subcuenca del Tres Amigos, fenómeno que se repitió en el resto de la cuenca del San Carlos (Molina, 1978 y 1996). En la subcuenca existen importantes agroindustrias (como Tico Frut, IMPROSA, Frutera San Carlos, Frutas y Sabores, FRUTEX y MAMIRMI). Desde mediados de los años 1980 la pujante economía de la subcuenca atrajo gran cantidad de inmigrantes nicaragüenses.

Sin embargo, las nuevas actividades de exportación son incapaces de promover un crecimiento económico sostenido, mostrando señales de estancamiento, dan poco valor agregado a la producción, generan pocos empleos de calidad y tienen fuertes impactos ambientales, además de que las cíclicas bajas en los precios ocasionan serios problemas a los productores de naranja, piña y yuca (Estado de la Nación, 1997; Rodríguez y Chaves, 2002). Los canales de comercialización y exportación de la economía de la subcuenca están controlados por unas pocas empresas transnacionales (como DOLE). Entre los mayores retos que afronta la economía de la subcuenca se hallan el de darle mayor valor agregado a la producción, establecer cadenas productivas, tanto verticales como horizontales y buscar canales propios de comercialización externa (Altemburg, 1990; Rodríguez y Chaves, 2002; Sepúlveda, 2002).

METODOLOGÍA

Muestra

Una gran limitante del trabajo fue que no existe para San Carlos un Censo Agropecuario reciente o actualizado –el último Censo Agropecuario data de 1984 y la última actualización de datos es de 1990, y se trata de una actualización incompleta– que pudiera servir de base para seleccionar una muestra representativa. Por esta razón se decidió alcanzar al menos la cifra de 150 encuestas, las cuales se aplicaron en varias comunidades ubicadas en la subcuenca del río Tres Amigos, uno de los más importantes tributarios del río San Carlos. Se trabajó en las comunidades de La Unión, San Cayetano, Buenos Aires y Marsella de **Venecia**; **Venecia** centro; Aguas Zarcas centro, Santa Fe de Aguas Zarcas, La Gloria de Aguas Zarcas; San Francisco y Santa Rosa de La Palmera; Pital centro, El Palmar de Pital y **Veracruz de Pital**. Los trabajos de campo se realizaron en mayo y setiembre del 2001, y en abril y mayo del 2003. Una vez recogida la información se procedió a su codificación y ordenamiento en cuadros y, posteriormente, a su interpretación. Todos los cuadros del artículo tienen como fuente los resultados de este trabajo de campo.

Técnicas Utilizadas

Para recoger la información se elaboró un cuestionario de 37 preguntas con los tópicos que se deseaban investigar. El instrumento les fue aplicado únicamente a los dueños (o dueñas) o administradores (si los había) de las fincas; en su defecto, se les aplicó a hijos mayores del dueño que conocieran bien el manejo de la finca. Si no se cumplían estos requisitos, la encuesta no se hacía. Antes

de aplicar la encuesta, a las personas se les explicaba los objetivos y la importancia del trabajo, la absoluta confidencialidad de la información que suministrarían y el tratamiento general y anónimo de los datos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 1 se presenta la información relacionada con la extensión de las fincas encuestadas en la subcuenca del río Tres Amigos. En términos generales puede decirse que **la mayoría de las fincas eran pequeñas o medianas**. Efectivamente, el 46.7 por ciento eran menores a las 10 hectáreas, mientras el 31.3 por ciento tenían entre 10 y menos de 20 hectáreas. Sólo el 4.7 por ciento de las fincas contaban con más de 100 hectáreas.

CUADRO 1
Extensión de las fincas (en hectáreas).

Extensión de las fincas (HAS)	Absoluto	Relativo
10 hectáreas	70	46.7
10 - 20 hectáreas	47	31.3
20 - 50 hectáreas	18	12.0
50 - 100 hectáreas	8	5.3
Más de 100 hectáreas	7	4.7
TOTAL	150	100.0

El uso del suelo puede observarse en el cuadro 2. **La mayor parte de los suelos se dedicaban a los pastos (ganadería):** 61.6 por ciento. Este dato concuerda con un trabajo realizado en 1987 en la cuenca del río San Carlos que mostraba como el 65 por ciento de los suelos estaban dedicados a pastos (citado en Altemburg y otros, 1990: 223). La región estudiada ha sido ganadera ya desde los primeros estadios de su ocupación territorial (Aguilar, 1984; Altemburg y otros, 1990; Molina, 1978), actividad que adquirió aún mayor importancia con el auge de la exportación de carne posterior a 1950 (Fernández, 1983; Molina, 1978), cuando el mercado norteamericano se abrió para la carne costarricense (Edelman, 1998) y, en consecuencia, la superficie dedicado en San Carlos a los pastos se expandió aceleradamente a costa de los bosques (Altemburg y otros, 1990; Molina, 1978, 1996). En los años de mayor apogeo de la ganadería, se estimaba que tres cuartas partes de las tierras productivas en San Carlos estaban ocupadas por repastos (Altemburg y otros, 1990). Datos más recientes sobre el uso del suelo en San Carlos indican que el área de pastos ha disminuido en favor de otros usos (como el cultivo de caña de azúcar, arroz, musáceas, raíces y tubérculos, cítricos, etc.) (Estado de la Nación, 1997).

En el estudio realizado **los bosques** ocuparon el segundo lugar en cuanto al uso del suelo (21.2 por ciento); no obstante, este porcentaje puede estar distorsionado debido a que se entrevistó una finca grande que destinaba buena parte de su área precisamente a la conservación del bosque. De no ser por este hecho, el porcentaje correspondiente a bosques hubiese sido mucho menor. Luego siguieron las **raíces y tubérculos** (8.3 por ciento) y la **piña** (2.8 por ciento). Efectivamente, en algunos sectores de la región estudiada (como los distritos de Venecia y Pital) tanto los tubérculos (yuca) como la piña tienen gran importancia. Pital también es junto a La Fortuna (distrito situado en la subcuenca del Peñas Blancas) el más importante productor de tubérculos de la región, especialmente de yuca, principal tubérculo cultivado en la cuenca del río San Carlos.

El 68.0 por ciento de las fincas empleaban **plaguicidas**, contra el 28.0 por ciento que no lo hacían (cuadro 3). **El uso de químicos es, entonces, la principal herramienta para el control de las plagas.** Los químicos más usados fueron el **Gramoxone**, el **Round Up** y el **Paraquat**. Los plaguicidas, o pesticidas como también se les conoce, pueden definirse "como compuestos químicos, de origen natural o *de* síntesis, utilizados para combatir las plagas. El término pesticida tiene un significado relativamente amplio ya que incluye todas las sustancias capaces de destruir *y/o* prevenir las acciones de animales, vegetales, hongos, microorganismos o virus susceptibles de causar daños. Es precisamente esta cualidad de causar daños o pérdidas a ser humano o a sus intereses lo que otorga la cualidad de plaga a determinados organismos" (Espulga Trene, 2001: 18).

En otras palabras, no existen plagas per se, sino en relación a los intereses humanos (en el caso que nos ocupa, fundamentalmente económicos). La aplicación de químicos, especialmente si es masiva, como sucede en Costa Rica que tiene los índices de mayor cantidad de plaguicidas aplicados tanto por hectárea como per cápita (Winograd, 1995), ocasiona problemas serios al medio ambiente: contaminación del suelo; contaminación de los cursos de agua superficiales; contaminación de la flora y fauna acuática y terrestre; persistencia en las cadenas tróficas, es decir, la acumulación de dosis de toxicidad a medida que se asciende en la cadena alimenticia; contaminación de mantos acuíferos a causa de la infiltración de residuos; generación de resistencias en las plagas; pérdida de flora y fauna considerada como benéfica; trastornos permanentes en los sistemas reproductivo, inmunológico y nerviosos de varias especies; etc. Algunas características de los plaguicidas, como su persistencia o su movilidad, agravan algunos de los impactos mencionados, especialmente su papel para envenenar los suelos,

CUADRO 2
Uso del suelo en las fincas (en hectáreas).

Uso del suelo	Absoluto	Relativo
Pastos (1)	2522.35	61.6
Bosques (2)	868.25	21.2
Raíces y Tubérculos (3)	337.7	8.3
Piña	116.2	2.8
Plátano	46.6	1.1
Café	37.75	0.9
Caña	30.0	0.7
Naranja	12.5	0.3
Sandía	11.5	0.3
Ayote	6.0	0.15
Papaya	6.0	.15
Otros (4)	17.0	.4
Charrales	80.0	2.0
TOTAL	4091.85	100.0

(1) Incluye ganadería de carne, ganadería de leche y ganadería de doble propósito.

(2) Incluye bosque primario (bajo régimen de protección o no), bosque secundario, bosque en proceso de reforestación o plantaciones forestales. Los bosques con fines de conservación cubrían la mayor parte de la superficie de una de las fincas con mayor extensión de entre todas las encuestadas (alrededor de 650 has.) Este dato, sin duda, distorsiona la situación real del uso del suelo en la subcuenca del Tres Amigos. Buena parte de los bosques en esta subcuenca fueron deforestados después de 1950.

(3) Incluye siembras de yuca, ñame, ñampi y tiquizque.

(4) Incluye una granja para la cría de pollos y siembras de palmito, chayote, papa china, mamón, granos básicos, entre otros.

CUADRO 3
Uso de plaguicidas en las fincas.

Uso de plaguicidas	Absoluto	Relativo
Sí	102	68.0
No	42	28.0
NS/NR	6	4.0
TOTAL	150	100.0

las aguas superficiales o los mantos acuíferos (Astorga y Calvo, 1996; Bifani, 1997; Boyce y otros, 1994; Espluga Trene, 2001; Maldonado y Ramírez, 1991; Reynolds, 2002; Solano, 2002).

Como los plaguicidas están diseñados para matar (poder biocida), se constituyen en factores capaces de afectar negativamente la salud humana. La bibliografía toxicológica y epidemiológica sobre el tema es muy amplia desde hace varios años, y detalla consecuencias como: envenenamiento agudo; cefaleas; vómitos; rinitis; pérdida de memoria y capacidades intelectuales; alteraciones y tumores en

diversas vísceras (hígado, bazo; riñón; páncreas); alergias; asma; infertilidad en los hombres (en las plantaciones bananeras del atlántico centroamericano quedaron estériles, amen de otros problemas físicos, miles de trabajadores costarricenses, nicaragüenses y hondureños); abortos espontáneos en mujeres; etc. (Bifani, 1997; Boyce y otros, 1994; De la Rosa, 2001; Jiménez Beltrán, 2001).

A pesar de la creciente divulgación sobre los impactos negativos de los plaguicidas, su utilización continúa aumentando, sobre todo en los países del Tercer Mundo (Bruno, 1996). Para el caso costarricense, los datos también muestran este crecimiento en la importación de plaguicidas o de ingredientes activos (Estado de la Nación, 1997), siendo profusamente utilizados en actividades de exportación, como banano, plantas ornamentales, cítricos, frutales o destinadas al mercado interno, caso del arroz (Astorga y otros, 2000).

Como se aprecia en el cuadro 4, los lugares más corrientes para limpiar los equipos de fumigación fueron los **galerones especiales** (32.8 por ciento), los **potreros** (32.0 por ciento) y los **lugares de siembra** (11.7 por ciento). Por su parte, en el 8.6 por ciento de los casos los equipos se limpiaban en las **cercanías de las casas** y en el 7.1 en **ríos, quebradas o arroyos**. En el caso de la categoría **cercanía de las casas** se trataba por lo general de caños, los cuales, seguramente, desembocaban en algún riachuelo o arroyo, que, a su vez, iban a dar a ríos más grandes.

Sin contar los residuos de las aplicaciones directas, buena parte de los residuos químicos provenientes de la limpieza de los equipos queda en el suelo (ya sea en los potreros o en los lugares de siembra) y, en menor medida, en los cuerpos de agua superficial (ríos, quebradas, arroyos, caños). Dos de las características más importantes de los plaguicidas son su **duración para perder su toxicidad** (algunos pueden tardar años hasta perder el 99 por ciento de su toxicidad) (Bifani, 1997; Hedstrom, 1993) y su **movilidad** (Bifani, 1997; Jiménez Beltrán, 2001; Maldonado y Ramírez, 1991), lo cual significa que muchos de estos residuos químicos pueden ser arrastrados durante el invierno por las escorrentías desde los potreros y lugares de siembra hasta los cuerpos de agua superficiales, situación nada improbable considerando lo lluvioso de la región estudiada. Pero también pueden infiltrarse en los mantos acuíferos.

De esta manera, estos químicos se convierten en fuentes potenciales de contaminación tanto de los suelos como de los ríos y acuíferos de la subcuenca del Tres Amigos. A partir de estos datos se vuelve imperativo un estudio químico y microbiológico de los suelos y de las aguas de la subcuenca para saber a ciencia cierta si existen residuos químicos provenientes de las actividades agrícolas

ya cuál es su magnitud. De este modo se podrán tomar las medidas correctivas indispensables.

CUADRO 4
Lugar donde se limpian los equipos de fumigación.

Lugar de limpiado de los equipos de fumigación	Absoluto	Relativo
Galerón Especial	42	32.8
Potrero	41	32.0
Lugar de Siembra	15	11.7
Cerca de la Casa (1)	11	8.6
Río. Quebrada, Arroyo	9	7.1
NS/NR	10	7.8
TOTAL	128 (2)	100.0

- (1) Se incluyen en esta categoría los casos en que se limpiaban los equipos de fumigación en patios o **caños** situados cerca de las casas.
(2) El total es mayor porque en algunas fincas se combinaban diferentes lugares para el limpiado de los equipos de fumigación.

En el cuadro 5 se aprecia como el 72.0 por ciento de las fincas empleaban fertilizantes químicos contra el 24.0 por ciento que no los utilizaba. Estos datos demuestran que **en la región estudiada los químicos son el principal medio de abonar los suelos**, así como los químicos también eran el principal medio para combatir las plagas, según se vio en el cuadro 3. Los restos de fertilizantes sintéticos también pueden constituirse en causa de envenenamiento de los suelos y de las aguas (sean superficiales o subterráneas) (Astorgay Coto, 1996; Barrantes, 2002; Reynolds, 2002; Salas y otros, 2002; Solano Mora, 2002). Incluso para las fincas pequeñas y medianas los químicos constituyen insumos básicos.

Por eso es que resulta conveniente conocer lo que representan dentro del total de gastos de las empresas. Los resultados están en los cuadros 6 (plaguicidas) y 7 (fertilizantes). Los plaguicidas constituían menos del 10 por ciento del total de costos para el 27.5 por ciento de las fincas; por su parte, para el 28.4 por ciento representaban entre el 10 por ciento y el 25 por ciento y para el 22.5 por ciento significaban entre el 25 por ciento y el 50 por ciento del total de costos de producción. De acuerdo a los criterios de Jiménez (2002), estos porcentajes son muy altos y, en este sentido, tales costos se alzarían como un obstáculo para alcanzar una sostenibilidad económica en las fincas, que debe acompañar a la sostenibilidad ambiental y social.

En el caso de los fertilizantes, esta situación se presenta de manera mucho más extrema. En efecto, según Jiménez (2002), un gasto en plaguicidas mayor del 9 por ciento puede considerarse como muy alto y, por lo tanto, poco sostenible desde el punto de vista económico para las empresas. Como puede apreciarse en el cuadro 10,

solo en el 24.1 por ciento de las fincas los gastos en fertilizantes químicos constituían menos del 10 por ciento (se incluyen algunos casos con costos altos); mientras que, haciendo una sumatoria del resto de las fincas con datos, para más del 60 por ciento de las fincas los gastos de fertilizantes dentro del total de costos de producción pueden considerarse como sumamente altos. **En esto puede detectarse un carácter no sostenible en la subcuenca del Tres Amigos desde el punto de vista económico y social (y ya no solo ambiental).**

Se pueden añadir otras consideraciones. En los últimos años se han venido realizando estudios acerca de la eficiencia de la fertilización nitrogenada. En uno de ellos realizado en plantas de café (y utilizando nitrógeno marcado) se halló que solo el 30 por ciento del nitrógeno añadido como fertilizante fue asimilado por las plantas, perdiéndose el resto con seguridad dentro del sistema (Salas y otros, 2002). Este mismo estudio de Salas y otros (2002) también encontró que la eficiencia total de recuperación del fertilizante nitrogenado es baja (menos del 50 por ciento), por lo cual debe suponerse que existen pérdidas muy significativas del sistema Suelo-Planta, con los riesgos consecuentes de contaminación de las aguas superficiales y subterráneas.

Otra conclusión de este trabajo fue que, considerando los datos de eficiencia de recuperación del fertilizante, *"se deduce que el nitrógeno del suelo (nativo y residual de fertilizaciones previas) constituye la principal fuente de nitrógeno de la planta. Por lo tanto, es necesario mantener los contenidos de materia orgánica (nitrógeno orgánico) del suelo a fin de mantener la estabilidad estructural, capacidad de almacenamiento de agua, reciclaje de nutrimentos, atenuación de la fijación de fósforo, incremento de la absorción de nitratos, así como de una mejor actividad biológica"* (Salas y otros, 2002: 101). **Entonces los fertilizantes químicos son caros para los productores, poco eficientes cuando se aplican a los suelos agrícolas y sus residuos son contaminadores del suelo y las aguas** (Reynolds, 2002; Salas y otros, 2002; Solano, 2002).

Un aspecto relevante para los objetivos del estudio fue conocer el uso de abono orgánico (cuadro 8). Por los resultados obtenidos, puede decirse que esta no es una práctica generalizada en la subcuenca investigada, pues solo el 34.7 por ciento de las fincas lo aplicaban contra un 60.7 por ciento que no lo hacía. Esta situación merece atención, sobre todo considerando que el abono orgánico es una práctica muy ligada a los indicadores de sostenibilidad, debido al uso que se hace de los recursos existentes en las fincas, al menor riesgo de contaminación por los residuos de los fertilizantes químicos, y al menor empleo de éstos, con el consecuente ahorro en los costos de producción.

CUADRO 5
Uso de fertilizantes químicos en las fincas.

Uso de fertilizantes químicos en las fincas	Absoluto	Relativo
Sí	108	72.0
No	36	24.0
NS/NR	6	4.0
TOTAL	150	100.0

CUADRO 6
Cálculo del porcentaje del gasto en plaguicidas dentro del total de costos de producción.

Porcentaje	Absoluto	Relativo
Menos del 10 %	28	27.5
Del 10 % al 25 %	29	28.4
Del 25 % al 50 %	23	22.4
Del 50 % al 75 %	5	4.9
Más del 75	2	2.0
NS/NR	15	14.7
TOTAL	102 (1)	100.0

(1) Incluye solo a las fincas en donde se aplicaban plaguicidas.

CUADRO 7
Cálculo del porcentaje del gasto en fertilizantes químicos dentro del total de costos de producción.

Porcentaje	Absoluto	Relativo
Menos del 10 %	26	24.1
Del 10 % al 25 %	33	30.6
Del 25 % al 50 %	25	23.1
Del 50 % al 75 %	6	5.6
Más del 75 %	4	3.7
NS/NR	14	13.0
TOTAL	108 (1)	100.0

(1) Incluye solo a las fincas en donde se aplicaban fertilizantes químicos.

Entre los aspectos más sobresalientes de la sostenibilidad se encuentran el uso de los recursos de las fincas, sean residuos de las cosechas o de los animales, o forrajes tomados de los bosques. Todos estos aspectos ayudan a tener fincas (o agrosistemas) más diversificados. Para Altieri y Nicholls (2002), una finca es más diversificada si posee un suelo rico en materia orgánica y es más biológicamente activo (y los métodos orgánicos son los idóneos para lograr este objetivo). Según estos mismos autores, para lograr este propósito se requieren ciertas condiciones, como el Policultivo o sistemas agrosilvopastoriles, abonos naturales de origen vegetal o animal, prácticas de conservación de suelos o para evitar la erosión, entre otros. Siguiendo

estos análisis, diremos que la gran dependencia de los fertilizantes químicos y el aún poco extendido uso del abono natural son aspectos poco sostenibles encontrados en las fincas de la subcuenca del Tres Amigos.

CUADRO 8
Uso de abono orgánico en las fincas.

Uso de abono orgánico	Absoluto	Relativo
Sí	52	34.7
No	91	60.7
NS/NR	7	4.7
TOTAL	150	100.0

En el 57.3 por ciento de las fincas **no existían bosques (o alguna cobertura forestal) con fines de conservación**, contra el 40.7 por ciento que manifestó tenerlos (ver cuadro 9). En el 56.0 por ciento de las fincas no se realizaban prácticas de reforestación (cuadro 10), mientras en el 37.3 por ciento si se ejecutaban este tipo de prácticas.

CUADRO 9
Tenencia en las fincas de bosques para conservación.

Tenencia de bosques	Absoluto	Relativo
Sí	61	40.7
No	86	57.3
NS/NR	3	2.0
TOTAL	150	100.0

CUADRO 10
Realización de prácticas de reforestación en las fincas.

Prácticas de reforestación	Absoluto	Relativo
Sí	56	37.3
No	84	56.0
NS/NR	10	6.7
TOTAL	150	100.0

Estos datos también merecen un comentario. Como es bien sabido, los bosques cumplen un importante papel en aspectos tales como la protección de los suelos (al atenuar los efectos de los procesos erosivos, pero también al abonarlos con los residuos de las hojas, ramas, etc.) y en la regeneración del recurso hídrico (ciclo hidrológico) (Astorga y otros, 2000; Bifani, 1997; Brown y otros, 2000; FAO, 1995; Montagnini y Jordan, 2002; PNUMA,

2000; Reynolds, 1997). La existencia de bosques favorece la retención del agua y el sistema radicular permite una mejor y mayor infiltración, evitando la presencia de picos de agua (Barrantes, 2002).

El volumen de recarga del **subsuelo** se ve favorecido en aquellas áreas de la cuenca hidrográfica que tengan mayor cobertura boscosa. Según estudios del CATIE, un bosque tropical puede infiltrar agua al **subsuelo** en un volumen que oscila entre 9000 y 14000 metros cúbicos/ ha/año (citado en Barrantes, 2002). Por otro lado, estudiando zonas de vida bajo distinta cobertura (bosque y repasto), se halló que los bosques retienen el 81.44 por ciento de las escorrentías, contra solamente el 21.37 por ciento de los **repastos** (citado en Barrantes, 2002). En este sentido, tanto la conservación de bosques como las prácticas de reforestación son fundamentales para el manejo sostenible de las fincas. Empero, por los resultados obtenidos en esta investigación, puede concluirse que en la subcuenca del río Tres Amigos estas prácticas de sostenibilidad no están suficientemente generalizadas; por ende, debe prestárseles más atención, tanto por parte de los productores como de quienes les dan asistencia técnica (instituciones públicas, centros de investigación, organizaciones no gubernamentales, etc.).

La cuenca del río San Carlos experimentó graves procesos de deforestación después de 1950 (Molina, 1978, 1996). La recuperación de cuencas mediante reforestación es un mecanismo importante para la conservación de las aguas superficiales y subterráneas, así como para evitar la erosión, conservar la biodiversidad y mantener la belleza escénica de los paisajes (Barrantes, 2002). Por eso es que tanto la conservación de bosques como la reforestación con miras a la conservación—sobre todo si se realizan con especies nativas—son dos prácticas básicas dentro del manejo sostenible de los recursos naturales, ya sea en fincas o en cuencas **hidrográficas**.

En el cuadro 11 puede observarse como el 42.7 por ciento de las fincas del estudio no realizaban **prácticas de conservación de suelos** (contra el mismo porcentaje que sí las efectuaba). Estos datos indican **un uso poco sostenible del suelo**, recurso fundamental para la producción agropecuaria. Evidentemente, la ausencia de prácticas de conservación de suelos influye en su pérdida (por erosión, compactación y otros fenómenos), con el resultante impacto negativo para las fincas y empresas (Bifani, 1997; FAO, 1995; García, 1999; Solórzano y otros, 1991).

Este es un peligro real en la zona estudiada a juzgar por los datos recogidos, especialmente considerando que los suelos de la subcuenca no son de buena calidad, como la mayoría de los suelos de la cuenca del San Carlos, y que por eso deberían protegerse con más cuidado y rigor (MAG, 2000). Además, la gran tala experimentada por la cuenca

CUADRO II
Realización de prácticas de conservación de suelos en las fincas.

Prácticas de conservación de suelos	Absoluto	Relativo
Si realizan	64	42.7
No realizan	64	42.7
NS/NR	22	14.7
TOTAL	150	100.0

desde 1950 hace muy susceptibles estos suelos a la erosión eólica, pero también a la hídrica, si se toma en cuenta la alta precipitación que caracteriza a la mayor parte de esta cuenca (Arias y Rodríguez, 1996; Chaves, 2002; Norman Rodríguez, 1996).

En el cuadro 12 está la información acerca de los sistemas productivos de las fincas investigadas. El **Mono-cultivo** fue el más frecuente (54.7 por ciento), seguido del **Policultivo** (39.3 por ciento); los sistemas de producción **agrosilvopastoriles** (donde hay un uso más extendido de los diferentes recursos disponibles en la finca) solamente constituyeron el 6.0 por ciento.

En los resultados de trabajos de campo realizados durante cinco años, Méndez y Gliessman (2002) hallaron que si bien es cierto los monocultivos tienen buenos rendimientos durante los primeros años, posteriormente los rendimientos decaen, hasta ser inferiores a otros sistemas productivos. Los monocultivos muestran ventajas productivas en el corto plazo, pero no en el largo plazo, sin contar su elevado grado de riesgo en los ambientes tropicales húmedos. Para Ewel *"la agricultura dependiente de insumos externos, maquinaria y monocultivos no es propicia para el trópico húmedo, porque la inversión económica necesaria es demasiado alta. El ambiente ejerce tanta presión sobre un sistema de esta índole que es imposible mantener este tipo de producción sin incurrir en pérdidas económicas"* (citado en Méndez y Gliessman, 2002: 6-7). Este mismo autor señala los altos costos ambientales de las tecnologías de la Revolución Verde (tales como la contaminación de los suelos y las aguas, la erosión genética y del suelo, la pérdida de biodiversidad), proponiendo que el diseño de las fincas tropicales (agroecosistemas tropicales) se funde en la vegetación natural y los agroecosistemas tradicionales (citado en Méndez y Gliessman, 2002), lo cual significaría, en otras palabras, el impulso a los sistemas productivos **agrosilvopastoriles**, que son los que pueden hacer un uso más variado y completo de los recursos de las fincas; pero los policultivos también son útiles en esta dirección.

Los monocultivos también están relacionados en varios estudios a la erosión del suelo, la erosión **genética** y a una mayor vulnerabilidad respecto a las plagas (Altieri,

2001; Bifani, 1997; Méndez y Gliessman, 2002; Odum y Sarmiento, 2000). Y esta vulnerabilidad ecológica también lo es social y económica. **Por lo tanto, aquellas regiones (microcuencas, subcuencas, cuencas) en las cuales predominen los sistemas productivos monocultivistas deben considerarse como poco sostenibles.** Este es el caso encontrado en la subcuenca del río Tres Amigos.

CUADRO 12
Sistemas de producción de las fincas.

Sistemas de producción	Absoluto	Relativo
Monocultivo (1)	82	54.7
Policultivo (2)	59	39.3
Agrosilvopastoril (3)	9	6.0
TOTAL	150	100.0

- (1) Cuando la finca es utilizada en una sola actividad, ya sea pecuaria o agrícola.
 (2) Se combinan en la finca dos o más actividades productivas.
 (3) Cuando en la finca se combinan actividades pecuarias y agrícolas junto al aprovechamiento de los productos del bosque.

CONCLUSIONES

- Los pastos constituyeron el principal uso del suelo de la subcuenca del río Tres Amigos con el 61.6 por ciento del total.
- El uso de plaguicidas estaba muy extendido en la subcuenca del río Tres Amigos (68.0 por ciento de las fincas), siendo el principal medio de combatir las plagas.
- Los lugares en donde mayoritariamente se limpiaban los equipos de aplicar plaguicidas (potreros, lugares de siembra, cerca de las casas, ríos, quebradas o arroyos) constituyen probables medios de contaminación para los suelos y, por el arrastre de las escorrentías de los residuos, para las aguas superficiales e, incluso, subterráneas.
- Los fertilizantes químicos son el principal medio de abono de los suelos en la subcuenca del Tres Amigos, pues eran usados por casi las tres cuartas partes de las fincas estudiadas.
- Los costos de producción, tanto de los plaguicidas como de los fertilizantes, son muy elevados para las fincas de la subcuenca.
- La mayoría de las fincas no usaban abonos orgánicos (60.7 por ciento).
- En la mayoría de las fincas no había bosques para conservación (57.3 por ciento) ni se realizaban prácticas de reforestación (56.0 por ciento).

- En un porcentaje significativo de las fincas (42.7 por ciento) no se ejecutaban prácticas de conservación de suelos.
- El monocultivo fue el sistema productivo más difundido en las fincas encuestadas (54.7 por ciento). El otro sistema productivo importante fue el Policultivo (39.3 por ciento).

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, Irene: *Una caracterización socioeconómica del grupo ganadero exportador. (Los casos de San Carlos y Guanacaste) 1960-1980.* Tesis. Sistema de Estudios de Posgrado, Universidad de Costa Rica, 1984.
- Altieri, Miguel. 2001. *Bioteología Agrícola: Mitos, Riesgos Ambientales y Alternativas.* Ecología Política (España):21, 14-42.
- Altieri, Miguel y Nicholls, Clara Inés. 2002. *Un método agroecológico rápido para la evaluación de la sostenibilidad de cafetales.* En: Manejo integrado de plagas y Agroecología (Costa Rica): 64, 17-24.
- Altemburg, Tilman; Hein, Wolfgang; Weller, Jürgen: *El desafío económico de Costa Rica.* San José, Editorial DEI, 1990.
- Arias, Dagoberto y Rodríguez, Lucía: *Zonas bioclimáticas de la región Huetar Norte de Costa Rica.* COSEFORMA/GTZ/ MINAE, 1996.
- Astorga, Allan y otros: *Proyecto Sistemas Integrados de Gestión y Calidad Ambiental.* Componente Costa Rica. San José, FUDEU, 2000.
- Astorga, Yamileth y Coto, Juana: *Situación de los recursos hídricos en Costa Rica.* En: Reynolds Vargas, Jenny (Editora): *Utilización y manejo sostenible de los recursos hídricos.* Heredia, Costa Rica, EFUNA, 1996, páginas 127-132.
- Barrantes, Gerardo: *Evaluación económica del recurso hídrico y su aplicación en el ajuste de tarifas.* En: Reynolds Vargas, Jenny (Editora): *Manejo integrado de aguas subterráneas. Un reto para el país.* San José, EUNED, 2002 páginas 299-311.
- Bifani, Paolo: *Medio Ambiente y Desarrollo* (segunda edición). Guadalajara, Universidad de Guadalajara, 1997.
- Boyce, James y otros: *Café y desarrollo sostenible: Del Cultivo agroquímico a la producción orgánica en Costa Rica.* Heredia, EFUNA, 1994.
- Brown, Lester y otros: *La situación del mundo 2000.* Barcelona, Worldwatch Institute/Icaria Editorial, 2000.
- Bruno, Max. 1996. *Pesticidas peligrosos.* Kulturchronic (Alemania):6, 45-47.
- De la Rosa, Raúl: *La Revolución Ecológica.* Barcelona, Icaria Editorial, 2001.
- Chaves Álvarez, Marcela: *Análisis de Vulnerabilidad del Recurso Hídrico y Opciones de Manejo Sostenible en la Cuenca del Río San Carlos.* Tesis. San José, Escuela de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de Costa Rica, 2002.

- Edelman, Marc: *La Lógica del Latifundio*. San José, Editorial de la Universidad de Costa Rica/Stanford University Press, 1998.
- Espluga Trene, Joseph. 2001. *Percepción del riesgo y uso de pesticidas en la agricultura (o el caso de los agricultores envenenados)*. Ecología Política (España): 22, 17-30.
- FAO: *Agricultura Mundial Hacia el Año 2010*. Madrid, FAO/Ediciones MUNDI-PRENSA, 1995.
- Fernández, Mario: *Evolución de la estructura de la tenencia de la tierra en Costa Rica: café, caña de azúcar y ganadería (1950/1978)*. San José, Instituto de Investigaciones Sociales, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Costa Rica, 1983.
- García, Jaime: *La Agricultura Orgánica en Costa Rica*. San José, EUNED, 1999.
- Hedstrom, Ingemar: *SOMOS PARTE DE UN GRAN EQUILIBRIO. La crisis ecológica en Centroamérica* (cuarta edición). San José, Editorial DEI, 1993.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC): *IX Censo Nacional de Población y V de vivienda*. Resultados Generales. San José, INEC, 2001.
- Jiménez Beltrán, Domingo. 2001. *Diez años después de la cumbre de Río. Dónde estamos y adónde vamos*. Ecología Política (España): 22, 57-78.
- Jiménez Cerdas, Juan Alexis: *Adaptación y Validación de una Metodología Práctica para medir el Índice de Sostenibilidad de un Agroecosistema*. Tesis. Santa Clara, Escuela de Agronomía, ITCR, 2000.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAC): *Estudios de Suelos y Capacidad de uso de las Tierras para la zonificación agropecuaria de las Regiones Huetar Norte, Atlántica y Brunca. Informe Final Región Huetar Norte*. San José, MAG, 2000.
- Maldonado, Tirso y Ramírez, Alonso (Editores): *Desarrollo Socioeconómico y el Ambiente Natural de Costa Rica* (primera reimpresión). San José, Editorial Heliconia, 1991.
- Méndez, Ernesto y Glieman, Stephen. 2002. *Un enfoque interdisciplinario para la investigación en agroecología y desarrollo rural en el trópico latinoamericano*. En: Manejo integrado de plagas y Agroecología (Costa Rica): 64, 5-16.
- Mitchell, Bruce: *La gestión de los recursos y del medio ambiente*. Madrid, Ediciones Mundi-Prensa, 1999.
- Molina, Jorge Rolando: *El proceso histórico-geográfico de la colonización agrícola en San Carlos, Costa Rica, 1850-1975*. Tesis. San José, Escuela de Historia, Universidad de Costa Rica, 1978.
- Molina, Jorge Rolando: *San Carlos: el marco político-administrativo, geográfico e histórico de la región Huetar Norte*. Ciudad Quesada, COOIQUE R. L., 1996.
- Montagnini, Florencia y Jordan, Carl: *Reciclaje de nutrientes*. En: Guariguata, Manuel y Catan, Gustavo (Editores): *Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales*. Cartago, Ediciones LUR, 2002, pp. 167-191.
- Odum, Eugene y Sarmiento, Fausto: *Ecología. El puente entre Ciencia y Sociedad*. Méjico DF, McGraw-Hill Interamericana, 2000.
- PNUMA: *Perspectivas del Medio Ambiente Mundial*. Madrid, PNUMA/Ediciones MUNDI-PRENSA, 2000.
- Proyecto Estado de la Nación: *Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible. Informes 1996, 1997, 1998, 1999, 2000*. San José, Proyecto Estado de la Nación.
- Reynolds, Jenny: *Evaluación de los recursos hídricos en Costa Rica: disponibilidad y utilización*. Heredia, Universidad Nacional, 1997.
- Reynolds, Jenny y Fraile, Julio: *Presente y futuro de las aguas subterráneas en el Valle Central*. En: Reynolds Vargas, Jenny (Editora): *Manejo integrado de aguas subterráneas. Un reto para el país*. San José, EUNED, 2002, páginas 19-32.
- Richters, Eric: *Manejo del uso de la tierra en América Central. Hacia el aprovechamiento sostenible del recurso tierra*. San José, IICA, 1995.
- Rodríguez, Agustín: *La utilización de los recursos hídricos de Costa Rica*. En: Reynolds Vargas, Jenny (Editora): *Utilización y manejo sostenible de los recursos hídricos*. Heredia, Costa Rica, EFUNA, 1996, páginas 15-18.
- Rodríguez, Francisco y Chaves, Adolfo (Compiladores): *Estudios sobre la cuenca del río San Carlos*. Cartago, Taller de Publicaciones del ITCR, 2002.
- Rodríguez, Norman: *Determinación de la erosión hídrica y la pérdida de nutrimentos utilizando lotes de escorrentía en la Región Huetar Norte de Costa Rica*. Informe Final de proyecto de investigación. Santa Clara, ITCR, Escuela de Agronomía. 1996.
- Salas, Rafael y otros: *La absorción del fertilizante nitrogenado por la planta del café y su influencia sobre la contaminación de las aguas subterráneas*. En: Reynolds Vargas, Jenny (Editora): *Manejo integrado de aguas subterráneas. Un reto para el país*. San José, EUNED, 2002 pp. 89-103.
- Sepúlveda, Sergio: *Desarrollo Sostenible Microregional*. San José, IICA, 2002.
- Solano, Jorge: *Innovación sistémica sostenible para la planificación del recurso hídrico, el agua potable y el saneamiento*. En: Reynolds Vargas, Jenny (Editora): *Manejo integrado de aguas subterráneas. Un reto para el país*. San José, EUNED, 2002 páginas 227-246.
- Solórzano, Raúl: *La Depreciación de los Recursos Naturales en Costa Rica y su Relación con el Sistema de Cuentas Nacionales*. San José, Centro Científico Tropical/Instituto de Recursos Mundiales, 1991.
- Vargas Fallas, Carlos: *Las perspectivas del manejo de cuencas*. En: Reynolds Vargas, Jenny (Editora): *Utilización y manejo sostenible de los recursos hídricos*. Heredia, Costa Rica, EFUNA, 1996, páginas 201-209.
- Winograd, Manuel: *Indicadores Ambientales para Latinoamérica y el Caribe: Hacia la Sustentabilidad en el Uso de Tierras*. San José, IICA, 1995.